

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE CURSO
DE NUTRIÇÃO

A INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA NO
DESEMPENHO ESPORTIVO DE ALTA INTENSIDADE: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA

Autor: Philipe Martelli Chahini Escudero
Orientadora: Prof^a Ms. Michele Ferro de Amorim

Brasília, 2016

RESUMO

Um recurso ergogênico que começa a apresentar evidências iniciais de efetividade em pesquisas científicas é a Beta-Alanina (BA). Os benefícios observados com a suplementação desta substância não são diretamente causados pela ação dela em si, mas, sim, por ela ser um intermediário da síntese de carnosina, dipeptídeo que age na manutenção do equilíbrio ácido-base do organismo, minimizando o quadro de acidose intramuscular e fadiga durante o treinamento físico intenso. Desta forma, a suplementação de BA possivelmente pode contribuir de alguma forma no aumento da performance esportiva de alta intensidade. Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de revisão sistemática, a influência da suplementação de BA no rendimento esportivo em exercícios de alta intensidade. No presente estudo, foi realizada revisão sistemática da literatura que constou de publicações realizadas entre os períodos de 2007 a 2015. Os resultados encontrados, em sua maioria, comprovam o potencial ergogênico da suplementação de BA em atividades intensas. Em relação aos sintomas colaterais, o principal efeito adverso observado no consumo de BA foi a parestesia, sensação de queimação/formigamento, não apresentando maiores riscos à saúde. É necessário que mais estudos sejam realizados com o objetivo de conhecer melhor a ação metabólica da carnosina e determinar um protocolo de suplementação que garanta o efeito ergogênico da BA e que não comprometa, de forma alguma, a saúde humana.

Palavras-chave: Carnosina, Suplementação de beta-alanina, Desempenho esportivo, Fadiga.

ABSTRACT

Beta-Alanine (BA) is an ergogenic resource that begins to show early evidence of effectiveness in scientific research. The substance's use benefits are not directly related to its action, they are due to the role it plays as an intermediate in the carnosine synthesis, dipeptide that acts maintaining the acid-base balance in the body by minimizing the intramuscular acidosis and fatigue during intense physical training. Therefore, it is possible that supplementation BA can somehow contribute in increasing high intensity sports' performance. Based on this, the purpose of this study was to analyze, through a systematic review of the literature, the influence of BA supplementation on sports performance in high intensity exercise. A systematic literature review was conducted in this study, and it consisted on publications made between 2007 and 2015. The results majority prove the ergogenic potential of BA supplementation in intense activities. Regarding to side effects, the main adverse effect observed by use of BA was paresthesia, a burning sensation or tingling. The paresthesia doesn't lead to any serious health consequence. More studies must be conducted in order to deeply understand the metabolic action of carnosine. Also determine a supplementary protocol that guarantees the ergogenic effect of BA without compromising the human health in anyway.

Key-words: Carnosine, Beta-alanine supplementation, Athletic performance, Fatigue.

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A prática habitual de atividade física traz diversos benefícios para o organismo. Além de atuar na manutenção e promoção da saúde cardiovascular, é capaz de alterar a composição corporal, quando associado a um plano alimentar personalizado, melhorando a qualidade de vida dos indivíduos (MORAIS et al. 2011).

O exercício físico exige um aporte alimentar adequado que forneça as calorias e nutrientes necessários para a sua prática. Em caso de deficiência energética e/ou nutricional o desempenho esportivo pode ser prejudicado. Deste modo, o acompanhamento nutricional em atletas, amadores ou profissionais, é imprescindível para o aumento da performance nos treinos e competições. (MAUGHAN; FALLAH; COYLE, 2010).

O planejamento alimentar deve conter todos os macro/micronutrientes em quantidade adequada para cada indivíduo, considerando o objetivo do atleta e o tipo, intensidade e frequência do exercício realizado (GIBNEY; MACDONALD; ROCHE, 2003).

Segundo Ferreira (2015), a elaboração da dieta pode conter determinados suplementos alimentares que, relacionados à atividade física, servem como estratégia complementar à alimentação natural e saudável quando esta é insuficiente para atender às demandas do exercício. Além disso, a ingestão de substâncias que aumentam o desempenho esportivo por meio de processos psicológicos, farmacológicos, fisiológicos e nutricionais (recursos ergogênicos) pode ser indicada, auxiliando o atleta, sobretudo de alto nível, a atingir seus objetivos (TIRAPEGUI, 2012).

Um recurso ergogênico que começa a apresentar evidências iniciais de efetividade em pesquisas científicas é a Beta-Alanina (BA). Os benefícios no exercício físico observados com a suplementação desta substância não são diretamente causados pela ação dela em si, e sim por ela ser um intermediário da síntese de carnosina, dipeptídeo sintetizado primordialmente no músculo esquelético a partir dos aminoácidos L-histidina e β -alanina (HOBSON et al., 2012; KENDRICK et al., 2009).

A redução de pH, aumento da temperatura corporal e fluxo sanguíneo resulta em um acúmulo de produtos do metabolismo celular em exercícios de

alta intensidade, dentre os quais podemos citar: ADP (adenosina difosfato), P_i (fosfato inorgânico), lactato, amônia e H^+ , gerando a fadiga muscular (HOLLIDGE-HORVAT et al., 2000; BROCH-LIPS et al., 2007).

Com base nisso, a carnosina pode desempenhar um papel importante na prevenção da fadiga e no aumento da resistência muscular principalmente em atividades de alta intensidade e curta duração, uma vez que uma das principais funções bioquímicas da carnosina é o tamponamento de pH intramuscular (manutenção do equilíbrio ácido-básico). Ademais, pode agir na regulação de íon de cálcio do retículo plasmático, primordial para a contração muscular, quando sua liberação é inibida, assim como na fadiga (HOBSON et al., 2012; DOLDYREV; ALDINI; DERAIVE, 2013).

Segundo Culbertson et al (2010), após suplementação de BA (2-6g por dia), a concentração de carnosina no músculo esquelético pode sofrer um aumento considerável, cerca de 20 a 80%. Considerando que as fibras brancas (tipo 2), de contração rápida, contém entre 30 a 100% mais concentração de carnosina em relação às fibras vermelhas (tipo 1), é notório que os praticantes de exercícios aneróbios de alta intensidade são os mais favorecidos com a suplementação de BA (DERAIVE et al., 2010).

No que diz respeito aos efeitos colaterais, o principal efeito adverso que a suplementação de BA pode provocar é a manifestação de parestesia (ARTIOLI; GUALANO; JÚNIOR, 2009). Segundo Trexler et al (2015), a parestesia refere-se a uma sensação de ardor, queimação ou formigamento na pele e que não apresenta maiores riscos à saúde.

Com base no exposto, faz-se necessário avaliar as evidências científicas sobre o grande potencial ergogênico da BA em exercícios de alta intensidade, bem como a presença ou não dos efeitos colaterais de sua suplementação. Para isso, o objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de revisão sistemática da literatura, a influência da suplementação de BA no rendimento esportivo em exercícios de alta intensidade.

MÉTODOS

A revisão sistemática da literatura foi realizada através da busca de artigos nas bases de dados PubMed (Livraria Nacional dos Estados Unidos de Medicina), SciELO (Livraria Eletrônica Científica Onlinter), Bireme (Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde) e periódicos CAPES.

A busca constou de artigos científicos no período de dez anos, com início em 2006 e término em 2016, nos idiomas inglês e português. Os termos utilizados para a pesquisa foram “Carnosine” e “Carnosina”; “Beta-alanine supplementation” e “Suplementação de beta-alanina”; e “Athletic Performance” e “Desempenho Esportivo”. Recorreu-se ao operador lógico “AND” para combinação dos termos utilizados para rastreamento das publicações. Os termos “Suplementação de beta-Alanina” e não está cadastrado nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), porém, considerando a sua importância e relevância para busca dos artigos, o mesmo foi utilizado. Quanto aos demais, todos estão cadastrados. As palavras-chave em ingl

Critérios de inclusão

Estudos publicados nos últimos dez anos, originais, que avaliassem os efeitos da suplementação de BA em exercícios de alta intensidade em humanos.

Critérios de exclusão

Estudos publicados anteriormente ao período estipulado, artigos de revisão, teses e dissertações, artigos que não abordassem os efeitos ergogênicos da suplementação de BA em exercícios de alta intensidade e estudos em que a ingestão de BA foi realizada em combinação com outra substância.

A sistematização da busca dos artigos foi realizada em quatro etapas:

- 1-Busca dos artigos utilizando-se as palavras-chave supracitadas;
- 2-Leitura dos títulos dos estudos;

3-Leitura dos resumos dos artigos;

4-Leitura do artigo na íntegra e seleção dos estudos considerados adequados para fazerem parte da presente revisão.

Os estudos selecionados foram comparados quanto ao: protocolo de suplementação utilizado, perfil da amostra estudada, resultados encontrados nos estudos e efeito colateral da suplementação de BA. **Tabela 1.**

RESULTADOS

A busca inicial identificou 46 artigos no total, ao qual se procedeu a leitura dos títulos. Com isso, restaram 26 artigos, uma vez que nesta etapa, alguns artigos foram excluídos por duplicidade. Seguindo com a leitura dos resumos, apenas 12 artigos foram considerados potencialmente elegíveis para a revisão. Porém, após leitura na íntegra, 10 estudos foram selecionados para constituir o corpus analítico do trabalho.

Os artigos selecionados foram publicados entre o período de 2007 a 2015. As doses de BA suplementadas variaram entre 1,6g a 6,4g e os períodos de suplementação variaram de 1 dia a 10 semanas. O total de indivíduos que participaram dos estudos foi de 82 mulheres e 136 homens, todos saudáveis.

Com relação aos resultados gerais encontrados sobre os efeitos da suplementação de BA em exercícios físicos de alta intensidade, foram observadas algumas diferenças entre os estudos.

Todas as informações citadas acima estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Estudos que avaliaram o efeito da suplementação de BA.

Autor, data	Protocolo de suplementação	Participantes	Resultados	Efeitos colaterais
Derave et al, 2007	4,8g de BA/dia – 4 semanas	15 homens atletas de corrida <i>track-and-field</i>	Atenuação da fadiga em exercícios de isometria	Nenhum
Stout et al, 2007	3,2g a 6,4g de BA/dia – 28 dias	22 mulheres recreamente ativas	Melhora da performance no ciclismo	Nenhum

Kendrick et al, 2008	6,4g de BA/dia – 10 semanas	26 homens ativos e saudáveis	Não houve aumento do desempenho esportivo de <i>endurance</i>	Nenhum
Thienen et al, 2009	2,0g a 4,0g de BA/dia – 8 semanas	17 homens ciclistas treinados	Melhora significativa do desempenho no ciclismo	Nenhum
Del Favero et al, 2011	3,2g/dia – 10 semanas	10 mulheres e 4 homens, idosos saudáveis	Aumento da capacidade física em treinamento na esteira	Nenhum
Saunders et al, 2012	6,4g de BA/dia – 4 semanas	16 atletas profissionais de <i>hockey</i> e 20 homens recreativamente ativos	Não houve aumento da performance em treinamento de corrida	Nenhum
Glenn et al, 2014a	3,2g de BA/dia – 28 dias	22 mulheres ciclistas competitivas	Melhora do desempenho no ciclismo	Parestesia e dor de cabeça
Glenn et al, 2014b	1,6g de BA – 30 min. antes da atividade	12 mulheres ciclistas competitivas	Diminuição da percepção subjetiva do esforço realizado em treino de ciclismo	Parestesia
Hoffman et al, 2014	6,g de BA/dia – 30 dias	18 soldados homens	Aumento do desempenho físico	Nenhum

			(exercícios de força e combate) e cognitivo	
Carpentier et al, 2015	5,6g de BA/dia – 8 semanas	15 mulheres e 12 homens fisicamente ativos	Leve aumento do desempenho em treinamento de pliometria	Nenhum

DISCUSSÃO

Relação entre acidose intramuscular e fadiga

A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade do músculo em manter o exercício físico a uma determinada intensidade por um longo período podendo prejudicar o rendimento esportivo (PINTO et al., 2014).

Diversas são as causas da fadiga muscular. Fatores como depleção de substratos energéticos, diminuição da sensibilidade do aparato de contração muscular aos íons de cálcio, redução de potássio, diminuição das taxas de ressíntese de ATP e acúmulo muscular de metabólitos, como ADP, fosfato inorgânico, hidrogênio e lactato podem contribuir para a exaustão (BROCH-LIPS; OVERGAARD; PRAETORIUS et al., 2007).

Segundo Pinto et al (2014), entretanto, alguns estudos contestam o suposto efeito prejudicial do lactato no rendimento esportivo e afirmam que a produção de ácido láctico não possuem relação com a fadiga.

Durante exercícios de alta intensidade, um dos principais agentes que induzem à fadiga é o acúmulo de íons H^+ no interior do miócito, gerando uma acidose intramuscular. Alguns estudos indicam que a acidose afeta diretamente nos processos de contração muscular, no fluxo glicolítico e na ressíntese de fosfocreatina (ARTIOLI; GUALANO; JUNIOR, 2009).

A dissociação do lactato e/ou a elevada taxa de hidrólise anaeróbica de ATP surgem como as prováveis causas desse acúmulo de íons H^+ (ROBERG; GHIASVAND; PARKER, 2004).

O organismo possui mecanismos de regulação/manutenção do equilíbrio ácido-base que, mesmo com o acúmulo de H^+ no interior da célula, podem atrasar a queda do pH intramuscular. Estes mecanismos abrangem tampões químicos sanguíneos, regulação respiratória e regulação renal (PINTO; PAINELLI; JUNIOR et al., 2014).

Segundo Pinto et al (2014), dentre os tampões intracelulares, destacam-se os aminoácidos, fosfatos e bicarbonato. A produção de lactato também pode auxiliar no tamponamento dos íons H^+ .

No entanto, quando a taxa de produção de íons H^+ é superior à capacidade de tamponamento ou remoção de prótons do músculo esquelético, ocorre diminuição do pH intramuscular, o que gera uma acidose e favorece o quadro de fadiga, com provável interrupção do exercício físico (ARTIOLI; GUALANO; JUNIOR, 2009).

Sabendo que a acidose intramuscular é um fator limitante na performance atlética, é recomendado a implementação de estratégias nutricionais capazes de minimizar essa acidose, buscando retardar a fadiga e melhorar o desempenho nos exercícios de força

Considerações sobre a carnosina

A carnosina é um dipeptídeo presente nos miócitos, sintetizado, primordialmente, no músculo esquelético a partir dos aminoácidos histidina e BA. Entretanto, o músculo esquelético não produz nenhum desses aminoácidos, dado que a histidina é um aminoácido essencial e a beta-alanina é sintetizada exclusivamente pelos hepatócitos (FERREIRA et al., 2015).

Por meio da alimentação o organismo pode obter carnosina, presente em algumas carnes. Porém, é rapidamente hidrolisada por uma enzima do sistema digestório, a carnosinase, que prejudica a sua absorção na forma íntegra (HOBSON et al., 2012).

Segundo Harris et al (2006), a enzima carnosina sintase, responsável pela síntese de carnosina, tem maior afinidade para a histidina do que para a BA. Além disso, a concentração de histidina nos meios intra/ extracelulares é consideravelmente maior que a de BA. Sendo assim, em condições

fisiológicas, a produção endógena de carnosina é limitada pela disponibilidade de BA.

No organismo, a carnosina pode desempenhar função antioxidante, ação neuroprotetora, aumento da sensibilidade ao íon de cálcio do aparato contrátil muscular e manutenção do pH intracelular, sendo este o principal efeito da carnosina já observado (ARTIOLI; GUALANO; JUNIOR, 2009).

A carnosina no exercício de alta intensidade

O exercício físico exige um aporte alimentar adequado que forneça as calorias e nutrientes necessários para a sua prática (MAUGHAN; FALLAH; COYLE, 2010).

A energia extraída da oxidação dos nutrientes é conservada dentro da molécula de adenosina trifosfato (ATP), responsável por acionar os processos celulares que necessitam de energia (MCARDLE; KATCH, F; KATCH, V; 2015).

As células possuem pequena quantidade de ATP. Deste modo, o corpo desenvolveu a capacidade de ressintetizar o ATP continuamente, a fim de suprir a energia para todo o trabalho biológico do corpo (MCARDLE; KATCH, F; KATCH, V; 2015).

O organismo possui três sistemas que geram energia necessária para a ressíntese de ATP: O Sistema Energético Alático, Metabolismo Anaeróbio Lático e Metabolismo Oxidativo. A intensidade, frequência e duração do exercício; e o nível de condicionamento do indivíduo são fatores que determinam qual será a via metabólica e substrato energético predominante durante a atividade. (NEDER; NERY, 2003).

Durante o exercício de alta intensidade, o organismo ressintetiza o ATP por meio de duas vias metabólicas atuantes: Sistema Anaeróbio Alático, que tem a fosfocreatina como substrato energético e o Metabolismo Anaeróbio Lático, que utiliza a glicose proveniente do glicogênio muscular por meio da glicólise anaeróbia (MAUGHAN; GLEESON, 2007).

O processo de ressíntese do ATP durante o exercício de força gera no interior da célula muscular um acúmulo de íons H⁺. Esse acúmulo diminui o pH

intramuscular, propiciando aumento da acidose (BLANCQUAERT; EVERAERT; DERAIVE, 2015)

A acidose intramuscular, por sua vez, afeta os processos de contração muscular, fluxo glicolítico e ressíntese de fosfocreatina, o que prejudica diretamente o rendimento esportivo de alta intensidade (HOBSON et al., 2012).

A participação da carnosina no tamponamento intracelular e a eficácia da suplementação de BA no aumento da concentração de carnosina evidenciam a grande capacidade ergogênica da suplementação de BA. Assim sendo, alguns estudos têm comparado a influência da suplementação de BA na performance esportiva de atletas de força

Efeitos da suplementação de BA no desempenho esportivo

A importância dada à suplementação de BA se deve ao fato de que ela é um fator limitante na produção endógena de carnosina, que desempenha ação ergogênica ao minimizar o quadro de acidose intramuscular e, assim, retardar a fadiga durante o exercício, sobretudo, de alta intensidade. (HARRIS et al., 2006).

Carpentier et al (2015) realizaram um estudo com 15 mulheres e 12 homens saudáveis e fisicamente ativos com o objetivo de avaliar a força dos músculos extensores dos membros inferiores com e sem a suplementação de beta-alanina por 8 semanas. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos com suas respectivas doses de BA ou placebo (celulose microcristalina). 14 pessoas compuseram o grupo suplementado com BA. As doses diárias de BA e placebo foram de 5,6g. O treinamento foi realizado durante 8 semanas (duas sessões por semana) e consistiu em exercícios pliométricos repetidos de membros inferiores realizadas durante 30-50s cada. Em ambos os grupos, foi observado um ligeiro aumento no desempenho de treinamento pliométrico. Os resultados deste estudo demonstram que a suplementação de BA pode melhorar o desempenho esportivo, por elevar a concentração de carnosina que, por sua vez, reduz a queda do pH intramuscular (acidose) induzida pela glicólise anaeróbia.

Por 4 semanas, Glenn et al (2014a) reuniram 22 mulheres, ciclistas treinadas, com o objetivo de analisar os efeitos longitudinais da BA no Tempo

de Exaustão (TE) e Trabalho Total Concluído (TTC). As participantes foram divididas aleatoriamente e igualmente em dois grupos: BA (3,2g BA + 32g dextrose/dia, divididas em 4 doses) e placebo (32g dextrose/dia, divididas em 4 doses). O treinamento foi feito a partir de teste de esforço progressivo em bicicleta ergométrica. Os dados obtidos indicaram aumento nas taxas de TE e TTC durante as 4 semanas de suplementação de BA, otimizando a performance no treino intenso de ciclismo. Os resultados deste estudo evidenciam o potencial efeito ergogênico da BA, diretamente relacionada com o aumento de carnosina intramuscular.

Em outro estudo, Glenn et al (2014b), com o objetivo de verificar como a suplementação aguda de BA pode afetar na performance esportiva anaeróbica reuniram e dividiram, aleatoriamente, 12 mulheres ciclistas treinadas em dois grupos. Por um dia, os grupos foram suplementados com 1,6g de BA + 34g de dextrose ou 34g de dextrose (placebo). As atletas foram submetidas a três sessões do Teste anaeróbico de *Wingate* em bicicleta ergométrica, 30 minutos após a ingestão de BA ou placebo. Os resultados deste estudo demonstraram diminuição da percepção do esforço físico realizado pelas ciclistas durante a atividade. Essa capacidade de diminuição da sensação de esforço realizado pode estar associada ao aumento na concentração de carnosina, sugerindo que a suplementação aguda de BA pode oferecer benefícios para o atleta durante seus treinos e/ou competições.

Corroborando com estes estudos, Stout et al (2007) também, evidenciaram o efeito positivo da suplementação de BA. Os autores realizaram um estudo com o objetivo de examinar a influência da suplementação de BA na fadiga neuromuscular e limiar ventilatório em mulheres, em exercício anaeróbico, durante o período de 4 semanas. 22 mulheres foram divididas igualmente, de forma aleatória, em dois grupos (placebo e BA) e submetidas a teste de esforço em bicicleta ergométrica. Na primeira semana, o grupo suplementado com BA recebeu doses diárias de 3,2g. A partir da segunda semana as doses aumentaram para 6,4g. Neste estudo, a suplementação de BA mostrou grande potencial ergogênico. Os resultados obtidos indicaram atraso da fadiga neuromuscular (aumento da capacidade de trabalho físico); e aumento do limiar ventilatório e do tempo para exaustão em indivíduos do sexo feminino. A melhora significativa no rendimento esportivo de alta intensidade

pode ser resultado do aumento na capacidade de tamponamento do pH intramuscular, devido às concentrações elevadas de carnosina.

Em seu estudo, Del Favero et al (2011) examinaram os efeitos da suplementação de BA na concentração de carnosina e na capacidade física de sujeitos idosos, durante um período de 12 semanas. 10 mulheres e 4 homens, com idade entre 60 e 80 anos, saudáveis e não ativos foram aleatoriamente separados em dois grupos. Um grupo com 12 indivíduos recebeu suplementação diária de 3,2g de BA por dia e o grupo placebo recebeu doses diárias de 3,2g de maltodextrina. Os participantes foram submetidos a treinamento em esteira motorizada e orientados a manter o exercício pelo maior tempo possível, em intensidade no limite de tolerância. Foi constatado que a suplementação de BA elevou a concentração intramuscular de carnosina e aumentou a capacidade física ao exercício, indicando que a suplementação de BA pode representar uma interessante intervenção dietética visando retardar o declínio da função muscular na terceira idade.

Assim como nos estudos supracitados, Hoffmann et al (2014) observaram o efeito ergogênico da BA em exercícios de alta intensidade. Os autores reuniram 18 homens soldados de uma unidade de combate de elite. Examinaram, por 30 dias, os efeitos da ingestão de BA nos níveis de carnosina e os impactos que tais mudanças teriam sobre a atividade de combate. Os participantes foram divididos, igualmente e aleatoriamente, em dois grupos. O grupo suplementado com BA ingeriu doses de 6,0g por dia. O grupo placebo, por sua vez, recebeu doses diárias de 6,0g de farinha de arroz. O treino físico foi realizado a partir de múltiplas tarefas de treinamento militar avançadas, que incluíam exercícios de alta intensidade. O grupo que suplementou BA obteve aumento significativo nas concentrações de carnosina intramuscular, com melhora do desempenho físico em relação ao grupo placebo. Os resultados comprovam o potencial ergogênico da suplementação de BA em atividades de força, ao elevar os níveis endógenos de carnosina.

Thienen et al (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de BA sobre o desempenho físico em prova de resistência de ciclismo. Foram examinados 17 homens ciclistas treinados, que foram divididos de forma aleatória em dois grupos. Durante 8 semanas, 9 participantes foram suplementados com 2 a 4g de BA e 8 voluntários fizeram

parte do grupo placebo, que recebeu a mesma quantidade de maltodextrina. As substâncias foram administradas ao longo do dia, em intervalos regulares. O treinamento consistiu em uma simulação de corrida de ciclismo ergométrico, com 110 minutos de duração e, posteriormente, executaram 10 minutos de “contra-relógio” e 30 segundos de *sprint* isocinético. O grupo que consumiu BA obteve aumento da produção de energia e da performance atlética, sugerindo que a ingestão de BA pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a potência de saída durante o *sprint* final em provas de resistência de ciclismo.

Saunders et al (2012) reuniram 16 jogadores de hóquei no gelo de alto nível e 20 atletas recreativos de futebol americano e hóquei no gelo, com o objetivo de examinar os efeitos da suplementação de BA no desempenho em exercícios de *sprint* intermitentes. Os participantes foram aleatoriamente divididos em dois grupos que durante 4 semanas foram suplementados com 6,4g de BA/dia e 6,4g de maltodextrina/dia, respectivamente. As doses foram divididas em intervalos de 3 a 4h horas. Contrariando as expectativas dos autores, os resultados encontrados não demonstraram melhora no desempenho esportivo em *sprints* repetidos.

Em estudo realizado por Kendrick et al (2008), foram examinados 26 homens, saudáveis e ativos, durante 10 semanas, com o objetivo de avaliar a influência da carnosina no treinamento intensivo de resistência e observar se a suplementação de BA pode desempenhar efeitos positivos no exercício. Os participantes foram divididos aleatoriamente e igualmente em dois grupos, BA e placebo. O grupo suplementado com BA ingeriu por dia 6,4g, divididos em 8 doses, e o grupo placebo consumiu a mesma quantidade de maltodextrina. Os atletas foram submetidos a carga de treinos de resistência em academia. A concentração intramuscular de carnosina foi significativamente elevada com a suplementação de BA, porém, assim como no estudo anterior, o desempenho esportivo não sofreu nenhuma melhora. Os autores sugerem que a estrutura do programa de treinamentos exerce grande influência nos possíveis efeitos ergogênicos da BA.

Derave et al (2007) verificaram se a suplementação de BA num período de 4 semanas pode elevar o conteúdo intramuscular de carnosina e afetar o rendimento esportivo em 400m de *sprint*. Foram avaliados 15 homens, corredores treinados. Os participantes foram divididos, de forma aleatória, em

dois grupos. 8 atletas compuseram o grupo suplementado com BA e consumiram diariamente 4,8g divididos em 6 doses. Os integrantes do grupo placebo ingeriram a mesma quantidade de maltodextrina. Todos os participantes foram submetidos a testes de resistência e de 400m de corrida em esteira. O grupo suplementado com BA não obteve aumento do desempenho físico em relação ao grupo placebo, indicando que, em atletas treinados, o desempenho esportivo em 400m de corrida não é limitado pelo valor do pH intracelular. Porém, observou-se que a suplementação de BA aumentou os níveis de carnosina e foi capaz de atenuar a fadiga muscular em exercícios de contrações dinâmicas (isometria). Este último resultado reforça a capacidade da carnosina de retardar a acidose intramuscular.

Efeitos colaterais da suplementação de BA

A parestesia é caracterizada pelas sensações de queimação, formigamento ou coceira que ocorre principalmente nas regiões da face, nuca e mãos; está associada à ingestão de doses elevadas de BA; não apresenta maiores riscos à saúde; e seus sintomas podem desaparecer em cerca de 60 a 90 minutos após a suplementação (TREXLER; SMITH-RYAN; ANTONIO, 2015).

Em estudo feito por Carpentier et al (2015) as participantes consumiram cerca de 5,6g de BA por dia e nenhuma delas se queixou de efeitos colaterais. Da mesma forma, Stout et al (2006) e Favero et al (2011) ao ofertar doses de 3,2g de BA por dia, também não observaram sintomas como parestesia ou qualquer outro efeito adverso. Vale ressaltar que no estudo de Stout et al (2006), as doses atingiram até 6,4g de BA. Corroborando com estes achados, Hoffman et al (2014), utilizando 6g de BA por dia, verificaram que nenhum sintoma colateral foi sentido pelos participantes. Além disso, Thienen et al (2009), Saunders et al (2012), Kendrick et al (2008) e Derave et al (2007) também encontraram os mesmos resultados utilizando doses de 2g até 6,4g de BA.

Em contrapartida com os resultados encontrados acima, no estudo realizado por Glenn et al (2014b), uma ciclista treinada alegou sintomas de parestesia ao ingerir 1,6 de BA antes da atividade. Além disso, em outro

estudo, Glenn et al (2014a) verificaram que uma ciclista relatou ter sentido parestesia após a ingestão de 3,2g de BA e outra voluntária foi forçada a abandonar o experimento em razão de dores de cabeça repetidas, após ingerir mesma quantidade de BA. Dor de cabeça, então, também pode ser um sintoma associado ao uso de BA, porém, vale ressaltar que devido ao fato de ser relatado somente por uma integrante e não ser um sintoma comum apresentado nas pesquisas com o suplemento, este quadro também pode ter sido provocado por alguma condição específica da participante do estudo.

No presente estudo, os dois casos registrados de parestesia se deram em estudos diferentes feitos pelo mesmo autor. No entanto, para corroborar estes achados, foram encontrados na literatura mais ocorrências de parestesia relacionada à suplementação de BA. Em estudo realizado por Gross et al (2014) foi observado que um dos 5 esquiadores competitivos suplementados com BA (4,8g/dia durante 5 semanas) sentiu parestesia severa. Chung et al (2012), por sua vez, verificaram que 10 nadadores treinados de um total de 41 sentiram parestesia após 4 semanas suplementando 3,2g a 4,8g de BA/dia. Em um experimento com 5 judocas, Lopez-Grueso et al (2014) observaram que um atleta sentiu parestesia leve após ter suplementado 6,0g de BA/dia por 35 dias.

Segundo Artioli et al (2009), a suplementação de BA provavelmente não oferece nenhum risco grave à saúde, se respeitadas as doses máximas sugeridas. Mas a aplicação desse recurso ergogênico no ambiente esportivo ainda precisa ser mais estudada e investigada, pois alguns detalhes da ação da carnosina no organismo ainda precisam ser melhores esclarecidos.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados com suplementação de BA, em sua maioria, mostraram um aumento nas concentrações de carnosina intramuscular que, por sua vez, está associada à manutenção do equilíbrio ácido-base e desempenha função tamponante ao atrasar a queda do pH intramuscular (acidose), contribuindo no retardo da fadiga e aumento do desempenho atlético de alta intensidade. Aparentemente, a suplementação de BA não apresenta maiores riscos à saúde e os únicos sintomas colaterais registrados até o momento são de parestesia e dor de cabeça. No entanto, ainda restam dúvidas

sobre a dosagem individual adequada e os efeitos da suplementação de BA no organismo a longo prazo. Portanto, mais estudos devem ser realizados com o propósito de conhecer mais a fundo a ação metabólica da carnosina e determinar um protocolo de suplementação que garanta o efeito ergogênico da BA e que não comprometa, de nenhuma forma, a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ARTIOLI, G.; GUALANO, B.; JUNIOR, A. Suplementação de β -alanina: Uma nova estratégia nutricional para melhorar o desempenho esportivo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 41-56, 2009.
- BLANCQUAERT, L.; EVERAERT, I.; DERAIVE, W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, Estados Unidos, v. 18, n. 1, p. 63-70, jan. 2015.
- BOLDYREV, A.; ALDINI, G.; DERAIVE, W. Physiology and pathophysiology of carnosine. *Physiology Reviews*, Estados Unidos, v. 93, n. 4, p. 1803-1845, out. 2013.
- CARPENTIER, A.; OLBRECHTS, N.; VIEILLEVOYE, S.; POORTMANS, J. β -alanine supplementation slightly enhances repeated plyometric performance after high-intensity training in humans. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 47, n. 7, p. 1479-1483, jul. 2015.
- BROCH-LIPS, M.; OVERGAARD, K.; PRAETORIUS, H.; NIELSEN, O. Effects of extracellular HCO_3^- on fatigue, pH and K^+ efflux in rat skeletal muscles. *Journal of Applied Physiology*, Estados Unidos, v. 103, n. 2, p. 494-503, 2007.
- CHUNG, W.; SHAW, G.; ANDERSON, M.; PYNE, D.; SAUNDERS, P.; BISHOP, D.; BURKE, L. Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. *Nutrients*, Estados Unidos, v. 4, n. 10, p. 1441-1453, out. 2012.
- CULBERTSON, J.; KREIDER, R.; COOKE, M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients*, Estados Unidos, v. 2, n. 1, p. 75-98, jan. 2010.
- DERAIVE, W.; EVERAERT, I.; BEECKMAN, S.; BAGUET, A. Muscle carnosine metabolism and beta-alanine supplementation in relation to exercise and training. *Sports Medicine*, Estados Unidos, v. 40, n. 3, p. 247-263, mar. 2010.
- DERAIVE, W.; OZDEMIR, M.; HARRIS, R.; POTTIER, A.; REYNGOUD, H.; KOPPO, K.; WISE, J.; ACHTEN, E. beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *Journal of Applied Physiology*, Estados Unidos, v. 103, n. 5, p. 1736-1743, nov. 2007.
- FAVERO, S.; ROSCHEL, H.; SOLIS, M.; HAYASHI, A.; ARTIOLI, G.; OTADUY, M.; BENATTI, F.; HARRIS, R.; WISE, J.; LEITE, C.; PEREIRA, R.; SÁ-PINTO, A.; JUNIOR, A.; GUALANO, B. Beta-alanine (CarnosynTM) supplementation in elderly subjects (60–80 years): effects on muscle carnosine content and

physical capacity. *Journal of Amino Acids*, Estados Unidos, v. 43, p. 49-56. 2012.

FERREIRA, C.; SANTOS, D.; VIEBIG, R.; FRADE, R. Atualidades sobre a suplementação nutricional com beta-alanina no esporte. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo, v. 9, n. 51, p. 271-278, maio/jun. 2015.

GIBNEY, M.; MACDONALD, I.; ROCHE, H. *Nutrição & Metabolismo*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2006.

GLENN, J.; GRAY, M.; STEWART R; MOYEN, N.; KAVOURAS, S.; DIBREZZO, R.; TURNES, R.; BAUM, J. Incremental effects of 28 days of beta-alanine supplementation on high-intensity cycling performance and blood lactate in masters female cyclists. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 47, p. n. 12, p. 2593-2600. 2015.

GLENN, J.; SMITH, K.; MOYEN, N.; BINNS, A.; GRAY, M. Effects of acute beta-alanine supplementation on anaerobic performance in trained female cyclists. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Estados Unidos, v. 61, p. 161-166. 2015.

GROSS, M.; BOESCH, C.; BOLLIGER, C.; NORMAN, B.; GUSTAFSSON, T.; HOPPELER, H.; VOGT, M. Effects of beta-alanine supplementation and interval training on physiological determinants of severe exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, Alemanha, v. 114, n. 2, p. 221-234, fev. 2014.

HARRIS, R.; TALLON, M.; DUNNETT, M.; BOOBIS, L.; COAKLEY, J.; KIM, H.; FALLOWFIELD, J; HILL, C.; SALE, C.; WISE, J. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, Estados Unidos, v.30, n.3, p.279-289, 2006.

HOBSON, R.; SAUNDERS, B.; BALL, G.; HARRIS, R.; SALE, C. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 43, n. 1, p. 25-37, jul.2012.

HOFFMAN, J.; LANDAU, G.; OSTFELD, I. β -alanine ingestion increases muscle carnosina content and combat specific performance soldiers. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 47, n. 3, p. 627-636, mar. 2015.

HOLLIDGE-HORVART, M.; PAROLIN, M.; WONG, D.; JONES, N.; HEIGENHAUSER, G. Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, Estados Unidos, v. 278, n. 2, p. 316-329, 2000.

KENDRICK, I; HARRIS, R.; KIM, H.; KIM, C.; DANG, V.; LAM, T.; BUI, T.; SMITH, M.; WISE, J. The effects of 10 weeks of resistance training combined with β -alanina supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 34, p. 547-554, 2008.

KENDRICK, I.; KIM, H.; HARRIS, R.; KIM, C.; DANG, V.; LAM, T.; BUI, T.; WISE, J. The effect of 4 weeks β -alanina supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres. *European Journal of Applied Physiology*, Alemanha, v. 106, n. 1, p. 131-138, mar. 2009.

LOPEZ-GRUESO, R.; ARACIL, A.; SARABIA, J.; MONTERO, C. Beta-alanine supplementation seems to increase physical performance and acute recovery in competitive judokas. *European Journal of Movement*, Espanha, v. 33, p. 123-136, 2014.

MAUGHAN, R.; FALLAH, J.; COYLE, E. The effects of fasting on metabolism and performance. *British Journal of Sports Medicine*, Inglaterra, v. 44, n. 7, p. 490-494. 2010.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M. *As bases bioquímicas do desempenho nos esportes*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. Fisiologia do exercício. *Nutrição, energia e desempenho humano*. 7ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2015.

MORAIS, E.; LIMA, P.; SANTOS, E.; GUAZZELLI, M. Recomendações para a prática de exercício físico regular em indivíduos com fatores de risco cardiovascular. *Revista Saúde Coletiva*, Brasil, v. 8, n. 47, p.13-17, jan/fev. 2011.

NEDER, J.; NERY, L. Fisiologia clínica do exercício – *teoria e prática*. São Paulo: Artes Médicas LTDA, 2003.

PINTO, C.; PAINELLI, V.; JUNIOR, A.; ARTIOLI, G.. Lactato: de causa da fadiga a suplemento ergogênico? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasil, v. 22, n. 2, p. 173-181, 2014.

ROBERGS, R.; GHASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, Estados Unidos, v. 287, n. 3, p. 502-516, set. 2004.

RODRÍGUEZ, F.; ORMENO, A.; LOBOS, P.; ARANDA, V.; MONTERO, C. Efectos de la suplementación con B-Alanina en tests de Wingate em jugadoras universitarias de fútbol femenino. *Nutrición Hospitalaria*, Espanha, v. 31, n. 1, p. 430-435, 2015.

SAUNDERS, B.; SALE, C.; HARRIS, R.; SUNDERLAND, C. Effect of beta-alanine supplementation on sprint performance during the Loughborough Intermittent Shuttle Test. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 43, n. 1, p. 39-47, jul. 2012.

STOUT, J.; CRAMER, J.; ZOELLER, R.; TOROK, D.; COSTA, P.; HOFFMAN, J.; HARRIS, R.; O'KROY, J. Effects of β -alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids*, Estados Unidos, v. 32, p. 381-386. 2007.

TIRAPAGUI, J. *Nutrição, Metabolismo e suplementação na atividade física*. 2ª Edição. Rio de Janeiro, Atheneu, 2012.

THIENEN, R.; PROEYEN, K.; EYNDE B.; PUYPE, J.; LEFERE, T.; HESPEL, P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Estados Unidos, v. 41, n. 4, p. 898-903, abr. 2009.

TREXLER, E.; SMITH-RYAN, A.; ANTONIO, J. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Estados Unidos, v. 12, n. 30, p. 1-14, jul. 2015